

VERGLEICHENDE LATENZZEITMESSUNGEN
AN DEN HANDNERVEN

Astrid Menzl

1981

Aus der Neurologischen Klinik der Universität München

Direktor: Prof. Dr. A. Schrader

Vergleichende Latenzzeitmessungen an den Handnerven

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Astrid Menzl

aus

Fürstenfeldbruck

1981

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. A. Schrader

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26.11.81



GLIEDERUNG

1. Einleitung
2. Material und Methode
3. Ergebnisse
4. Diskussion
5. Zusammenfassung
6. Literatur
7. Anhang



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. EINLEITUNG

Mit der Entwicklung neurophysiologischer Methoden, wie Elektromyogramm (EMG) und Elektroneurogrammen (ENG), wurde dem Neurologen ein Instrument in die Hand gegeben, das es ihm ermöglicht, frühzeitig krankhafte Veränderungen von Nerven und Muskeln festzustellen und in ihrer Genese zu differenzieren. So ist es mit Hilfe der Neurophysiologie möglich, neurogene Affektionen von myogenen oder zentralen zu unterscheiden und den Ort der Schädigung zu lokalisieren. Damit lassen sich etwa Polyneuropathien verschiedener Genese von akuten oder chronischen Vorderhornzellaaffektionen abtrennen; desweiteren erlauben Kontrolluntersuchungen während einer Polyneuropathieerkrankung, den Verlauf und den therapeutischen Erfolg zu objektivieren. Relevanz in der Routinediagnostik in der Klinik erlangt die Messung der Nervenleitgeschwindigkeiten (NLG) aufgrund der Einfachheit der Methode bezüglich der Meßtechnik und der notwendigen Apparate, der geringen Belastung für den Patienten und der dabei doch hohen Aussagekraft der Untersuchung.

Methode zur Messung der NLG:

Bei der konventionellen Bestimmung der maximalen motorischen NLG wird der Nerv an zwei oder mehr Stellen supramaximal stimuliert und das Muskelaktionspotential abgeleitet. Aus der

Differenz der Latenzzeiten und der Entfernung der beiden Reizpunkte voneinander ergibt sich nach der Formel:

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Zeit}} = \frac{D}{L_1 - L_2}$$

die NLG in m/s.

Da die Zeit bis zum Potentialanfang gemessen wird, wird nur die NLG der schnellstleitenden Fasern erfaßt und als die maximale Leitungsgeschwindigkeit ermittelt. Aus diesem Grund kann eine Neuropathie nur dann erkannt werden, wenn die schnellleitenden Fasern ausfallen oder verlangsamt sind. Mittels Doppelreizen jedoch ist es grundsätzlich möglich, die schnellleitenden Fasern zu blockieren und die langsamleitenden zu messen. Dies wird jedoch nicht routinemäßig gemacht. Einfluß auf die NLG hat in erster Linie die Intaktheit und Dicke der Myelinscheide des Neuriten. Demyelinisierungsvorgänge lassen sich darum besonders frühzeitig durch Messung der NLG nachweisen. Die Ausgeprägtheit der Myelinscheiden ist zudem vom Alter abhängig: Wir finden bis zum 3. Lebensjahr (THOMAS, LAMBERT) einen Anstieg der NLG, da in dieser Zeit die Markscheiden myelinisiert werden. Danach bleibt der Wert bis zum 42. Lebensjahr konstant, um dann jenseits des 42. Lebensjahres signifikant abzusinken.

In geringem Umfang ist die NLG auch von der Temperatur abhängig (CORBAT). Man spricht von

Verzögerungen von 7 m/s pro 3⁰ Abkühlung. Für klinische Untersuchungen reicht aber die Forderung aus, bei Raumtemperatur, also ca. 21⁰C, zu untersuchen.

Als weiterer Faktor, der Einfluß auf die NLG nehmen kann, wird auch die Tageszeit genannt. Eine Verfälschung des Meßergebnisses kann durch die Lage des Nerven, seine Tiefe im Gewebe oder seine enge Beziehung zu einem Gelenk bedingt sein. Da nur ein kleiner Bereich im Muskelbauch durch die Nadelelektrode erfaßt wird, besteht die Gefahr, daß nur das Potential einer schnell- oder langsamleitenden Faser aufgezeichnet wird. Fernerhin ist festzustellen, daß die proximalen Nervenabschnitte im allgemeinen etwas schneller leiten als die distalen. Es gibt aber Ausnahmen von dieser Regel.

Indikationen für elektromyographische und elektroneurographische Untersuchungen

Im folgenden sollen einige Beispiele aufgeführt werden, bei denen eine Diagnosestellung mit Hilfe von EMG und ENG gelingt.

- Myogene Affektionen:

Oft lassen sich Bewegungsstörungen im Säuglings- und Frühkindesalter auf pathologische Vorgänge im Muskel zurückführen; Myasthenien und Myositiden können durch ein EMG frühzeitig diagnostiziert werden. Bei Myopathien findet sich schon bei geringer Muskelkontraktion ein full pattern, wobei die Aktionspotentiale

der einzelnen Einheiten verkürzt, polyphasisch und amplitudenvermindert sind. Dieses Bild rührt daher, daß die einzelnen motorischen Einheiten häufiger innerviert werden müssen und mehr Einheiten rekrutiert werden, um den Ausfall zu kompensieren.

- Neurogene Affektionen:

Bei neurogenen Affektionen wie Poliomyelitis, Polyneuropathien oder bei spinalen Muskelatrophien sind im EMG Zeichen der Denervierung nachweisbar. Man findet also Spontanaktivität in Form von Fibrillieren und Faszikulieren und ein mehr oder weniger stark vermindertes Interferenzbild der Willkürinnervation. Schon lange vor der klinischen Manifestation der Krankheit deuten augenfällige Veränderungen der Parameter (Zunahme von Dauer und Amplitude und Polyphasie) der einzelnen motorischen Einheiten auf eine kompensatorische Reinnervation (sogenannter "neurogener Umbau") hin.

- Umschriebene Nervenläsionen:

Das Schulter-Arm-Syndrom bzw. die Brachialgie wird häufig durch einen Engpaß im Bereich der Zervikalwurzeln oder der Stammnerven (Medianus oder Ulnaris) ausgelöst. (STRUPPLER, RUPRECHT, SCHRADER)

Mit Hilfe von EMG und ENG kann die Läsion genau lokalisiert werden. Bei einer bereits vorliegenden Denervierung geschieht die Lokalisation nach Ableitung aus verschiedenen Muskeln unter Zuhilfe-

nahme des Innervationsschemas. Liegt eine Denervierung noch nicht vor, wird durch Messung der NLG in verschiedenen Abschnitten des Nerven der Ort der Leitungsverzögerung ermittelt. Die Unterscheidung eines Sulcus-ulnaris-Syndroms von einem radikulären C 8-Syndrom gelingt ebenfalls durch ENG und EMG. Eine Wurzelschädigung führt meist nicht zu einer faßbaren Verminderung der NLG, da fast immer einige schnelleleitende Fasern erhalten bleiben (DOBDELSTEIN,STRUPPLER); sollte dennoch einmal eine leichte Minderung vorliegen, so ist der Nerv in seinem gesamten Verlauf betroffen. Anders bei der Druckschädigung des Ulnaris: Die NLG des Ulnaris im Ellenbogenabschnitt ist erheblich vermindert, die im Unterarm nur gering und der proximale Abschnitt des Nerven ist in seiner Leitgeschwindigkeit gar nicht oder nur sehr wenig beeinträchtigt. Im EMG kann geprüft werden, ob die Denervierung auf die Ulnarismuskulatur beschränkt ist oder auf die Paravertebralmuskulatur ausgedehnt ist.

Auch primäre Störungen der Erregbarkeit von Nerv und Muskel, z.B. Tetaniesyndrom lassen sich durch das ENG diagnostizieren. Das Kennzeichen dieser vorübergehenden, klinisch oft latenten Funktionsstörung ist, daß sich histologisch üblicherweise kein morphologisches Korrelat finden läßt.

Wie an diesen Beispielen gezeigt, ist die

Elektroneurographie ein sehr aussagekräftiges Untersuchungsverfahren; es haftet ihr aber der Nachteil an, daß die physiologische Schwankungsbreite gerade bei der NLG sehr groß ist. So stellt sich klinisch die Frage, ob eine Einschränkung der physiologischen Schwankungsbreite durch Zuhilfenehmen von Parametern gelingt.

2. MATERIAL UND METHODE

2.1. Material:

Die Messungen wurden an 20 Personen, von denen 11 Männer und 9 Frauen waren, durchgeführt. Bei den Versuchspersonen wurde darauf Wert gelegt, daß sie klinisch gesund waren. Das bedeutet, daß keine Stoffwechselerkrankungen oder neurologische Erkrankungen vorlagen. Anamnestisch ergab sich bei keiner Versuchsperson eine Einnahme von Medikamenten oder Drogen. Das Alter der Versuchspersonen lag zwischen 19 und 43 Jahren. Nur eine der Versuchspersonen war älter als 40, das Durchschnittsalter lag bei 24,8 Jahren.

2.2. Methode:

Die Untersuchungen wurden mit einem handelsüblichen Einkanalmyographen in der Neurologischen Klinik des Klinikums Großhadern im Zeitraum zwischen November 78 und Februar 79 durchgeführt. Untersuchungsobjekte waren die beiden langen Armnerven, Nervus medianus und Nervus ulnaris. Das Prinzip war bei beiden Nerven dasselbe: Der Nerv wurde an zwei möglichst voneinander entfernt liegenden Punkten gereizt und das jeweilige Muskelaktionspotential aufgezeichnet. Aus der Differenz der distalen und proximalen Latenzzeit und der Entfernung der beiden Reizpunkte errechnet sich die Nervenleitgeschwindigkeit [Einheit: m/s].

Um immer alle Nervenfasern zu erregen, wurde supramaximal gereizt; das war daran zu sehen, daß eine weitere Erhöhung der Reizstärke keine Veränderung der Form und Amplitude des Aktionspotentials brachte und die Reizantworten bei proximaler und distaler Reizung praktisch identisch waren. Da die Zeit bis zum Potentialanfang gemessen wurde, erhält man die Werte für die am schnellsten leitenden motorischen Fasern, also die maximale motorische Leitgeschwindigkeit. Die Überleitungszeit kennzeichnet per definitionem die Zeit zwischen Reizung und Beginn des Muskelaktionspotentials. Diese beiden Zeitpunkte wurden aufgrund ihrer leichten Feststellbarkeit gewählt. Den Messungen kam zustatten, daß sowohl der Nervus ulnaris als auch der Nervus medianus abschnittsweise sehr oberflächlich verlaufen und so perkutaner Reizung gut zugänglich sind.

Als Reizpunkte wurden beim Nervus ulnaris die Handwurzel neben der Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris und sein Knochenkanal über- und unterhalb des Epicondylus humeri ulnaris gewählt; beide Punkte bieten sich durch den anatomisch oberflächlichen Verlauf des Nerven an. Beim Nervus medianus findet man als Punkte von ähnlich günstiger anatomischer Beschaffenheit die Handwurzel neben der Sehne des Musculus flexor carpi radialis und die Bizepsfurche eine Handbreit proximal des Ellenbogengelenks.

Nach sorgfältiger Reinigung der Haut über den

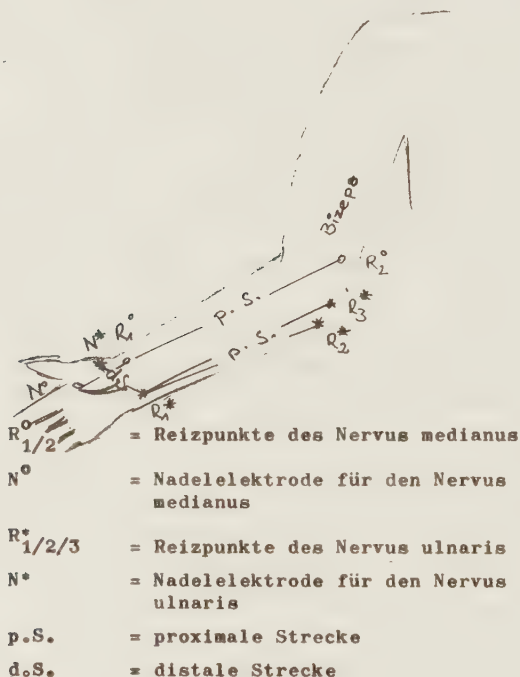
Reizpunkten wurde der Nerv 3 - 5 mal supramaximal gereizt. Zur Stimulation wurden handelsübliche Oberflächen Elektroden mit Filzringen verwendet. Vor jeder Stimulation wurde auf die Filzringe Elektrodenpaste zur besseren Leitfähigkeit aufgetragen. Die Elektrode wurde an den eben genannten Reizpunkten immer in derselben Weise aufgesetzt. Die Entfernung der beiden Reizpunkte ergab sich aus der Distanz "Mitte zwischen den beiden Filzringen proximal und Mitte zwischen den beiden Filzringen distal."

Um irgendwelche Störungen, die in der Meßtechnik begründet lägen, auszuschalten, wurde eine Erdungselektrode an die Mitte des Unterarms des zu untersuchenden Arms gelegt.

Die Ableitung des Aktionspotentials erfolgte aus einem von dem jeweiligen Nerven innervierten Handmuskel; beim Nervus ulnaris war das der Musculus interosseus dorsalis I, beim Nervus medianus der Musculus opponens pollicis. Bei der Ableitung selbst, zu der eine handelsübliche Nadelelektrode verwendet wurde, wurde die Nadel in den Muskelbauch eingestochen, also da, wo sich auch eine größere Dichte der motorischen Endplatten befindet, und langsam tiefer geschoben. Bei eingeschaltetem Gerät wurde 1. auf die Einstichaktivität, 2. auf Spontanaktivität bei ganz entspanntem Muskel und 3. auf die elektrische Aktivität

bei willkürlich innerviertem Muskel geachtet.
Gemessen wurde die Zeit zwischen Beginn des Reizes und Beginn des Aktionspotentials (Einheit in msec).

Die Versuchsperson lag während der gesamten Messung möglichst entspannt auf einer Liege.



3. E R G E B N I S S E

Um die bei unserer Arbeit gewonnenen Ergebnisse mit denen früherer Arbeiten vergleichen zu können, verwendeten wir bei der Auswertung die von anderen Untersuchern vorgeschlagenen Auswertungsmethoden.

Im einzelnen fanden wir folgendes:

- Nervenleitgeschwindigkeit:

Die Werte für die Nervenleitgeschwindigkeit des Nervus medianus und Nervus ulnaris wurden in die Diagramme 1 und 2 eingetragen. Die Streubreite der Nervenleitgeschwindigkeiten geht von 31,62 m/s bis zu 103,12 m/s beim Nervus medianus und von 32,16 m/s bis 82,61 m/s beim Nervus ulnaris. Das Diagramm zeigt bei beiden untersuchten Nerven eine zweigipflige Häufung der Werte; beim Nervus medianus ist das zwischen 55 und 60 m/s mit 25% der Werte und zwischen 65 und 70 m/s mit 20% aller Werte der Fall; beim Nervus ulnaris zwischen 45 und 50 m/s mit 20% der Werte und zwischen 55 und 60 m/s mit 35% der Werte. Als Durchschnittsgeschwindigkeit fanden wir beim Nervus medianus $v=67,44 \text{ m/s} \pm 1,45$ (Standardfehler) und einer Standardabweichung $s=6,5$; beim Nervus ulnaris ergab sich als Durchschnittsgeschwindigkeit $v=56,21 \text{ m/s} \pm 1,75$ (Standardfehler) und eine Standardabweichung von $s=7,83$.

Beim Vergleich der Geschwindigkeitsverteilung von Nervus medianus und Nervus ulnaris fällt auf, daß beide Nerven einen Gipfel zwischen 55 und 60 m/s haben. Beim Nervus medianus entfallen dabei 25% der Werte darauf, beim Nervus ulnaris hingegen 35%; beim zweiten Gipfel des Nervus medianus, auf den 20% der Werte des Nervus medianus entfallen, liegen immer noch 15% der Werte des Nervus ulnaris. Anders schaut es beim zweiten Gipfel des Nervus ulnaris zwischen 45 und 50 m/s aus: hierauf entfällt nämlich kein einziger Wert des Nervus medianus.

- distale Latenz:

Mit Hilfe der distalen Latenz kann man folgendermaßen die Nervenleitgeschwindigkeit bestimmen: Wir kennen die Durchschnittsgeschwindigkeit von Nervus medianus und Nervus ulnaris. Man kann davon ausgehen, daß diese Werte unter gleichbleibenden Bedingungen sich nicht mehr wesentlich ändern. Als Durchschnittswert sämtlicher distaler Latenzzeiten bekommt man beim Nervus medianus x ms und beim Nervus ulnaris y ms. Aus der durchschnittlichen Latenz kann man nun berechnen, wieviele Meter der Impuls während 0,1 ms Latenzdauer durchschnittlich zurücklegt. Diesen Wert in m nimmt man nun mal die gemessene Latenzzeit.

Wir haben aber darauf verzichtet aus der eben beschriebenen Methode die Nervenleit-

geschwindigkeit zu bestimmen, da, wie frühere Untersucher gezeigt haben, die Nervenleitgeschwindigkeit sich bei dieser Methode nicht signifikant ändert.

Dennoch ist die Methode, aus der distalen Latenzzeit die Nervenleitgeschwindigkeit zu errechnen, mit Schwierigkeiten behaftet. Das liegt daran, daß in dieser Zeit a) die reine Leitzeit im myelinisierten Teil des Nervens, b) die terminale Leitzeit im markcheidenlosen Endstück, c) die neuromuskuläre Übertragungszeit und d) die Fortleitung im Muskel selbst enthalten sind.

- terminale Überleitungszeit:

Ein Parameter, der sich a) aus der terminalen Leitzeit im markcheidenlosen Endstück, b) der neuromuskulären Überleitungszeit und c) der Fortleitung im Muskel selbst zusammensetzt, ist die terminale Überleitungszeit. Sie errechnet sich aus der jeweiligen distalen Latenzzeit, von der die Laufzeit - durch distale Entfernung und Nervenleitgeschwindigkeit bekannt - abgezogen wird.

Im Schnitt errechnet sich für den Nervus medianus eine terminale Überleitungszeit von 3,1 ms und für den Nervus ulnaris eine von 3,3 ms. Die Verteilungskurve zeigt beim Nervus medianus einen deutlichen Gipfel zwischen 2,5 und 3,5 ms mit 55% der Werte, beim Nervus ulnaris liegt dieser Gipfel zwischen 3 und 4 ms mit 65% der Werte.

- "Verhältnis" Nervus medianus/Nervus ulnaris:

Setzt man die Geschwindigkeiten des Nervus medianus und Nervus ulnaris bei den einzelnen Versuchspersonen in Verhältnis, so fällt auf, daß bei 20% der Versuchspersonen der Quotient Medianus/Ulnaris kleiner als 1 ist, bei 75% größer als 1 aber kleiner als 2 und bei 5% größer als 2. Als Durchschnittswert ergibt sich 1,18 mit einer Standardabweichung von 0,27. Die Ergebnisse selbst streuen von 0,64 bis 2,04.

4. DISKUSSION

In dieser Arbeit wurde bereits mehrmals auf Untersuchungen anderer Autoren hingewiesen; bei unseren Versuchen nahmen wir Rücksicht auf solche Faktoren, die nach anderen Untersuchern Einfluß auf die Streubreite der Ergebnisse haben. Inwieweit dennoch solche Umstände die Resultate dieser Arbeit verändern, soll nun im folgenden diskutiert werden.

- Alter der Versuchspersonen:

Nach WAGMAN, LESSE, 1952, MULDER, 1961, CORBAT, 1961 besteht ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Versuchspersonen und der Nervenleitgeschwindigkeit. LUDIN fand sogar eine Konstante, die den Zusammenhang von Nervenleitgeschwindigkeit und Alter mathematisch ausdrücken läßt:

$$v_{\text{medianus}} = 69,274 \text{ m/s} - (0,229 \times \text{Alter})$$

und für den Nervus ulnaris fand er:

$$v_{\text{ulnaris}} = 55,63 \text{ m/s} - (0,03 \times \text{Alter}).$$

Diese Beziehung gilt vom 6. bis zum 42. Lebensjahr, einem Zeitraum, in welchem die Nervenleitgeschwindigkeit relativ gleich bleibt. WAGMAN konnte sogar noch nachweisen, daß in dem eben angegebenen Zeitraum die Reflexzeit der Extremitätenlänge direkt entspricht und dementsprechend die Nervenleitgeschwindigkeit weitgehend konstant bleibt.

Da das Alter unserer Versuchspersonen sich aber ganz mit jenem Bereich deckt, in dem die Nervenleitgeschwindigkeit nach gerade zitierten Untersuchern sich nicht ändert, sollte dem Alter als Störfaktor in unserer Versuchsreihe keine Bedeutung zukommen.

- Temperatur des den Nerven umgebenden Gewebes: Ebenfalls WAGMAN und LESSE, 1952, fanden heraus, daß die Temperatur des den Nerven umgebenden Gewebes einen wesentlichen Einfluß auf die Nervenleitgeschwindigkeit hat. HENRIKSEN, 1956, und CORBAT, 1961, konnten diesen Einfluß mit ihren Versuchen bestätigen. Es findet sich bei einer Senkung der Temperatur um 3° eine Verzögerung der Nervenleitgeschwindigkeit um 7 m/s. Wir entschlossen uns potentielle Fehler, die durch Temperaturschwankungen verursacht wären, hinzunehmen, da wir die Ergebnisse unter klinischen Routinebedingungen gewinnen wollten. Unter Beachtung einer konstanten Raumtemperatur, wie bereits im Abschnitt "Material und Methode" ausgeführt wurde, erachten wir die temperatur-bedingte Schwankung für recht gering.

- circadiane Schwankungen bei den einzelnen Versuchspersonen:

Nach CORBAT, 1961, ist die Nervenleitgeschwindigkeit bei einer Versuchsperson im Laufe eines Tages variabel. Er gibt als Spannbreite 53 - 70 m/s an. Zum einen ist jedoch das Patientengut, das CORBAT seinerzeit untersuchte nicht statistisch auswert-

bar - es handelt sich nur um 3 Fälle - und zum andern können Fehler, die sich aus einer circadianen Rythmik ergeben würde, unsere Ergebnisse nicht verändern, da alle Versuche in der Zeit von 17 - 19.00 Uhr ausgeführt wurden.

- Wahl der Elektroden:

Wir verwendeten bei unseren Untersuchungen, wie bereits ausgeführt, koaxiale Nadelelektroden. Dies hatte mehrere Gründe: Mit koaxialen Nadelelektroden können in einem Arbeitsgang elektromyographische und elektroneurographische Untersuchungen durchgeführt werden. Weiter ist der Beginn des evozierten Potentials deutlicher abgrenzbar und eine Störung durch benachbarte Muskelgruppen geringer. Last not least handelt es sich bei den Nadelelektroden um die in der Klinik häufiger verwendeten Elektroden. Als mögliche Fehlerquellen bei der Verwendung von Nadelelektroden geben HOPF 1963 und KAESER 1970 an, daß bei diesen Elektroden die distale Latenzzeit je nach Einstichort im Muskel unterschiedlich sein kann. So bedingt beispielsweise eine Distanz von 1 cm zwischen Elektrode und Endplatte im Muskel eine Verzögerung der Latenz um 2 ms. Da wir bei unseren Versuchen die distale und proximale Latenzzeit voneinander abzogen bei gleichbleibendem Sitz der Elektroden, konnte ein möglicher Fehler

aus dieser Ursache eliminiert werden.

Um irgendwelche Fehler auszuschließen, die sich daraus ergeben könnten, daß nicht die schnellstleitenden Fasern erregt wurden, haben wir als Reizstärke eine supramaximale gewählt.

Vergleichende Untersuchungen von POLLONI, SALA, 1962, VISSER, 1964, und NEUNDORFER, ADLER, 1972, ergaben, daß die Verwendung von Nadelelektroden bzw. Oberflächen-elektroden keinen nennenswerten Einfluß auf die Ergebnisse der Nervenleitgeschwindigkeit hat.

- Bestimmung der wahren Nervenlänge:

Ein weiterer möglicher Störfaktor für die Richtigkeit der Ergebnisse ist darin zu sehen, daß die wahre Länge des Nerven zwischen Reizpunkt und Elektrode nur ungefähr zu bestimmen ist. CARPENDALE, 1956, verglich die tatsächliche Nervenlänge des Nervus medianus und ulnaris bei Leichen mit der Länge, die er bei der oberflächlichen Messung fand. Die Unterschiede waren in allen Fällen gering. Wir glauben, daß die Meßungenauigkeit nicht größer als 1 cm ist, was einen Fehler bei der Nervenleitgeschwindigkeit von 2,7 m/s nach sich ziehen würde.

- fehlerhafte Bildschirmablesung:

Die Latenzzeit bis zum Auftreten eines Aktionspotentials wurde von uns mit Hilfe eines Bildschirms gemessen: es entsprach

dabei 1 cm auf dem Bildschirm 0,5 ms. Die Einstellgenauigkeit entsprach jedoch nur 2 mm. Dies bedeutet einen Meßfehler von $\pm 0,2$ ms. Berücksichtigt man das eben gesagte, ergibt sich bei einer durchschnittlichen Laufzeit von 3,7 ms eine maximale Abweichung von $\pm 5,4$ m/s bzw. 8,1 % von der wahren Nervenleitgeschwindigkeit. Dieser Fehlerquelle kommt wohl die größte Bedeutung zu.

- Extremwertbetrachtung bei unseren

Messungen:

Als Extremwert der Nervenleitgeschwindigkeit fällt beim Nervus medianus 31,62 m/s auf. Dieser Wert ist darauf zurückzuführen, daß die distale Latenzzeit kleiner als 0,4 ms gemessen wurde. Bei der weiteren Berechnung ist dieser Wert nur noch unter Vorbehalt berücksichtigt. Bei der Versuchsperson 18 ist festzustellen, daß sie sowohl beim Nervus medianus als auch beim Nervus ulnaris die größte Nervenleitgeschwindigkeit aufzuweisen hat. Anamnestisch war aber, wie schon erwähnt, nichts auffälliges zu erfragen, was als Begründung plausibel erscheinen würde. Die Kurve der Nervenleitgeschwindigkeiten ist für den Nervus medianus weiter auseinandergezogen als für den Nervus ulnaris. So finden sich beim Nervus ulnaris 30 % der Werte für die Nervenleitgeschwindigkeit zwischen 40 und 70 m/s, also innerhalb

eines Geschwindigkeitsbereiches von 30 m/s. Sowohl beim Nervus medianus als auch beim Nervus ulnaris liegen 65% der Werte zwischen 50 und 70 m/s.

- Vergleich unserer Ergebnisse mit denen anderer Autoren:

Wie wir bereits eingangs erwähnt haben, errechneten wir sowohl für den Nervus medianus als auch für den Nervus ulnaris ähnliche Werte wie in der Literatur dafür angegeben. Betrachtet man die einzelnen Ergebnisse näher, so fällt eine recht große Streubreite von 51,62 m/s bis 103,12 m/s bei der Nervenleitgeschwindigkeit des Nervus medianus auf verglichen mit der, die andere Autoren fanden. Sieht man jedoch von den beiden Extremwerten ab, indem man einen Meßfehler als Ursache für diese beiden Werte annimmt, findet man die Mehrzahl der Ergebnisse genau in jenem Bereich, den auch frühere Untersucher als Normbereich fanden. Für den Nervus ulnaris maßen wir eine Streubreite von 52,16 m/s bis 82,61 m/s. Es gilt das eben für den Nervus medianus gesagte.

Als Auffälligkeit möchten wir erwähnen, daß bei Betrachtung des Quotienten der Nervenleitgeschwindigkeit von Nervus medianus zu ulnaris dieser bis auf einen Fall eine Konstante von ungefähr 1 erbrachte. Das heißt bei gesunden Versuchspersonen ohne irgendeine Nervenläsion im Armbereich ist die Leit-

geschwindigkeit von Medianus und Ulnaris ungefähr gleich groß.

Nimmt man statt des Quotienten der Nervenleitgeschwindigkeit den Quotienten der distalen Latenzzeit der beiden Nerven, findet man wiederum - abgesehen von einem Fall - die Konstante 1. Da einerseits die mit Hilfe der Latenz bestimmte Nervenleitgeschwindigkeit eine gerne verwendete Methode der Untersuchung ist und die bei uns bestimmten distalen Latenzzeiten gut mit denen anderer Autoren übereinstimmen, erscheint uns dieser Quotient ein guter Parameter zu sein, um schnell eine Läsion eines dieser beiden Nerven zu erkennen. Dennoch erscheint es uns problematisch, ob es zulässig ist, nur aus der distalen Latenz die Nervenleitgeschwindigkeit zu bestimmen. Wie bereits ausgeführt, spielt bei der distalen Latenz der Sitz der Nadelelektrode bezüglich der Endplatte eine wesentliche Rolle für die gemessene Zeit. Das bedeutet, daß eine relativ weite Entfernung der Nadelelektrode von der Endplatte eine pathologisch langsame Überleitungszeit vortäuschen kann. Ferner: liegt wirklich eine pathologisch langsame Überleitung vor, kann nur mit der distalen Latenz nicht differenziert werden, wo im Nerven - im terminalen marklosen Teil oder bei der neuromuskulären Überleitung - sich der krankhafte Prozeß abspielt.

Schließlich versuchten wir durch Bestimmung der terminalen Überleitungszeit einen weiteren Wert zu erhalten, den wir mit dem anderer, früherer Untersuchungen vergleichen konnten. Wir fanden als Mittelwert für den Nervus medianus 3,1 m/s und für den Nervus ulnaris 3,3 m/s. Somit liegen unsere Werte etwas höher als die früherer Untersucher. Die Variationsbreite ist bei uns deutlich breiter als in der Literatur.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Unter Standardbedingungen wurden die motorischen Leitgeschwindigkeiten des Nervus ulnaris und des Nervus medianus an 20 klinisch gesunden Versuchspersonen untersucht.

Es ergab sich dabei im einzelnen:

1. Die Durchschnittsgeschwindigkeit von 67,44 m/s beim Nervus medianus lag um 20 % über den Ergebnissen anderer Untersucher.
Beim Nervus ulnaris stimmt die Durchschnittsgeschwindigkeit von 56,21 m/s gut mit den in der Literatur angegebenen Werten überein.
2. Die Streubreite von 31,62 m/s bis 103,12 m/s beim Nervus medianus ist größer als sonst bei anderen Autoren angegeben wird. Auch für den Nervus ulnaris ist die von uns gefundene Streubreite von 32,16 m/s bis 82,61 m/s größer als sonst im allgemeinen angegeben.
3. Durch Bildung eines Quotienten der Nervenleitgeschwindigkeiten von Nervus ulnaris und Nervus medianus konnte gezeigt werden, daß physiologischerweise die Nervenleitgeschwindigkeit beider Nerven annähernd gleich ist.
4. Die distalen Latenzzeiten von Nervus medianus und Nervus ulnaris sind eben-

falls etwa gleich groß. Die von uns gefundenen Werte liegen hinsichtlich ihres Mittelwerts um ca. 15 % höher als die anderer Untersucher.

5. Mit Hilfe statistischer Verfahren konnte gezeigt werden, daß der Quotient der terminalen Überleitungszeit von Ulnaris und Medianus physiologischerweise an einem Individuum etwa 1 ist.

6. LITERATUR

1. Carpendale, M.T.F.: Conduction time in the terminal portion of the motor fibers of the ulnar, median and peroneal nerves in healthy subjects and in patients with neuropathy. M.S. Thesis (Phys. Med.), 1956.
2. Corbat, F.: Über Messungen der Leitgeschwindigkeit am peripheren Nerven und deren Verwertung in der Klinik. Dtsch. Z. Nervenheilk. 182, 1961.
3. Dohbelstein, H., Struppler, A.: Die Nervenleitgeschwindigkeit als diagnostisches Kriterium bei peripheren neurologischen Störungen. Fortschr. Neurol. Psych. 31, 1963.
4. Eaton, L.M., Lambert, E.H.: Electromyography and electric stimulation of nerves in diseases of motor unit. J.A.M.A., 50, 1957.
5. Ebeling, P., Gilliatt, R.W., Thomas, P.K.: A clinical and electrical study of ulnar nerve lesions in the hand. J. Neurol. Neurosurg. Psych., 1960, 23.
6. Gassel, C.M.: Sources of error in motor nerve conduction studies. Neurology 14, 1964.

7. Hendriksen, J.D.: Conduction velocity of motor nerves in normal subjects and patients with neuromuscular disorders. M.S. Thesis (Phys.Med.), 1956.
8. Honet, J.C., Jelsen, R.H., Perrin, E.B.: Variability of nerve conduction velocity, dterminations in normal persons. Archives of physical medicine and rehabilitation, 11, 1968.
9. Hopf, H.C.: Moderne Diagnostik peripherer Nervenkrankheiten MMW 108, 1966.
10. Hopf, H.C.: Untersuchungen über die Unterschiede in der Leitgeschwindigkeit motorischer Nervenfasern beim Menschen. Dtsch. Z. Nervenheilk. 183, 1962.
11. Kaeser, H.E.: Nerve conduction velocity measurements. In: Vinken, P.J., Bruyn, G.W.: Handbook of clinical neurology 7, North-Holland. Publ. Comp., Amsterdam 1970.
12. Kemble, F.: Electrodiagnosis of the carpal tunnel syndrome. J. Neurol. Neurosurg. Psych., 1968, 31.
13. Kopell, H.P., Goodgold, J. : Clinical and electrodiagnostic features of carpal tunnel syndrome. Archives of physical medicine and rehabilitation, 1968, 1.

14. Láhoda, F., Ross, A., Issel, W.: EMG-Primer, Springer-Verlag, 1974.
15. Lambert, E.H.: Diagnostic value of electrical stimulation of motor nerves. Electroenceph. clin. Neurophysiol., 22, 1952.
16. Leven, B., Huffmann, G.: Messung der Nervenleitgeschwindigkeit. Methode und Indikation. Fortschr. Med. 89, 1971.
17. Levy, R., Poole, E.W.: Peripheral motor nerve conduction in elderly demented and non demented psychiatric patients. J. Neurol. Neurosurg. Psych., 1966, 29.
18. Magladery, J.W., Mc Dougal jr., D.B.: Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man. Identification of certain reflexes in the EMG and the conduction velocity of peripheral nerve fibers. Bull. John Hopkins Hosp. 86, 1950.
19. Mc Quillen, M.P., Gorin, F.J.: Serial ulnar nerve conduction velocity measurements in normal subjects. J. Neurol. Neurosurg. Psych. 32, 1969.
20. Mulder, D.W., Lambert, E.H., Bastron, J.A.,

Sprague, R.G.: The neuropathies associated with diabetes mell.. Neurology 11, 1961.

21. Neundörfer, B., Adler, C.: Vergleichende elektroneurografische Untersuchungen mit Oberflächen- und Nadel-elektroden. Z. EEG-EMG 3, 1972.
22. Poloni, A.E., Sala, E.: The conduction velocity of the ulnar and median nerves stimulated through a twinneedle electrode. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1962, Suppl. 22.
23. Sato, K.: Nerve conduction studies in man. Electromyography, 1967, Vol. 7.
24. Simpson, J.A.: Fact and fallacy in measurement of conduction velocity on motor nerves. J. Neurol. Neurosurg. Psych., 1964, 27.
25. Struppler, A., Ruprecht, E.O.: Elektromyographie (EMG) und Elektro-neurographie (ENG). Z. EEG-EMG, 2, 1971.
26. Thomas, P.K.: Motor nerve conduction in the carpal tunnel syndrome. Neurology 10, 1960.
27. Wagman, J.H., Lasse, H.: Maximum conduction velocities of motor fibers of ulnar nerve in human subjects of various ages and sizes. J. of neuro-physiology, 15, 1952.

28. Visser, S.L.: A comparative study of
various methods of
determining the conduction
velocity in peripheral motor
nerves. Psychiat.Neurol.
Neurochir. 67, 1964.

NERVUS MEDIANUS

Messdaten

VP	ALTER	de [cm]	pe [cm]	dl [msec]	pl [msec]	Latenz [msec]	Geschwindigkeit [m/sec]
1	19	6,5	31,0	2,6	7,7	5,1	60,78
2	22	6,0	31,5	3,1	8,5	5,4	58,33
3	23	7,0	32,0	3,4	8,6	5,2	61,54
4	19	6,0	26,5	3,2	7,7	4,5	58,89
5	24	6,0	30,0	3,0	7,5	4,5	66,67
6	22	7,5	32,0	2,8	8,4	5,6	57,14
7	22	10,0	34,0	3,0	8,2	5,2	65,38
8	20	6,0	36,0	5,5	9,3	3,8	94,73
9	21	7,0	34,5	4,3	10,1	5,8	59,48
10	34	13,5	40,0	4,2	9,2	5,0	80,00
11	29	9,5	28,0	3,4	8,9	5,5	50,91
12	25	6,0	29,5	3,2	8,2	5,0	59,00
13	25	6,0	32,0	3,5	8,5	5,0	64,00
14	22	6,5	37,0	0,4	12,1	11,7	31,62
15	20	6,0	30,0	4,0	7,7	3,7	81,08
16	20	6,5	31,0	4,6	8,1	3,5	88,57
17	42	5,5	30,0	3,6	8,2	4,6	65,21
18	24	5,5	33,0	3,0	6,2	3,2	103,21
19	21	7,0	37,5	2,9	8,5	5,6	66,96
20	20	7,5	34,0	0,5	9,1	8,6	39,53

de = distale Entfernung; Entfernung zwischen distalem Reizpunkt und Ableitelektrode

pe = proximale Entfernung; Entfernung zwischen den beiden Reizpunkten

dl = distale Latenz/pl = proximale Latenz/VP = Versuchsperson.

TAB. 1

NERVUS ULNARIS

Messdaten

VP	ALTER	r [cm]	p [cm]	p [cm]	p [cm]	ql [sec]	pl [msec]	pl [msec]	pl [msec]	LATENZ [msec]	Geschw [m/sec]
1	19	11,0	23,0	25,5	24,25	2,3	6,2	6,8	6,5	4,2	57,74
2	22	11,5	23,5	27,0	25,25	3,5	7,1	7,7	7,4	3,9	64,74
3	23	12,0	25,0	28,5	26,25	3,5	7,9	8,9	8,4	4,9	53,57
4	19	10,5	21,0	24,5	22,75	3,1	6,5	7,5	7,0	3,9	58,30
5	24	10,5	21,5	26,5	24,00	3,4	7,3	7,7	7,5	4,1	58,54
6	22	7,0	22,0	28,0	25,00	2,8	7,1	8,8	7,95	5,15	48,54
7	22	8,5	27,0	30,0	28,50	3,8	7,8	8,5	8,15	4,35	65,66
8	20	11,0	21,0	24,0	22,50	5,1	9,7	10,2	9,95	4,85	46,39
9	21	15,0	23,5	28,5	26,00	5,1	9,7	10,5	10,1	5,0	52,00
10	34	6,0	22,0	26,5	24,25	4,1	8,0	8,8	8,4	4,3	56,40
11	29	8,0	19,0	23,5	21,25	3,9	8,2	9,1	8,7	4,8	44,27
12	25	12,0	24,0	27,0	25,50	3,4	8,4	9,1	8,75	5,35	47,66
13	25	12,0	23,0	26,0	24,50	4,9	8,3	8,6	8,45	3,55	69,01
14	22	12,0	26,0	31,0	28,50	3,8	9,2	10,0	9,6	5,8	49,14
15	20	12,0	22,5	26,5	24,00	3,2	6,5	7,3	6,9	3,7	66,22
16	20	11,0	21,0	25,0	23,00	4,0	7,7	8,3	8,0	4,0	57,50
17	42	12,0	30,0	33,5	31,75	3,4	8,7	9,6	9,15	5,75	55,21
18	24	13,5	36,0	40,0	38,00	3,4	7,7	8,3	8,0	4,6	82,61
19	21	12,0	23,0	28,5	25,75	3,5	7,4	8,4	7,9	4,4	58,52
20	20	10,5	21,0	25,0	23,00	0,5	7,2	8,1	7,65	7,15	32,16

TAB. 2

MAXIMALE NLG IN ABHANGIGKEIT VOM ALTER DER
VP (NACH WAGMAN UND LESSE, 1952) DES

NERVUS ULNARIS

Alter in Jahren	Anzahl der VP	NLG in m/sec.
3,5 - 10	8	61,5
10 - 20	8	57,1
20 - 30	35	58,4
30 - 40	7	57,4
40 - 50	2	56,8
50 - 60	3	49,1
60 - 70	10	51,3
70 - 82	10	51,3

TAB. 3

LEITGESCHWINDIGKEITEN DES NERVUS ULNARIS
BEI FRÜHEREN UNTERSUCHERN

Untersucher	Jahr	NLG in m/sec.	Anzahl der VP
MAGLADERY e.a.	1950	55 (45-68)	8
REDFORD	1958	59 (47-80)	17
MULDER e.a.	1961	59,9 (45-75)	255
HOPF	1962	- (49-65)	20
Mc QUILLLEN e.a.	1969	57,5 (45-63)	5
NEUNDORFER	1972	54,6	25

TERMINALE ÜBERLEITUNGSZEIT

VON DER DISTALEN LATENZZEIT WIRD DIE LAUFZEIT ABGEZOGEN: $T_u = dL - \text{LAUFZEIT}$.

SO SIND IN DEM ERGEBNIS DIE TERMINALE LEITZEIT, DIE NEUROMUSKULÄRE ÜBERLEITUNGSZEIT UND DIE LAUFZEIT IM MUSKEL ENTHALTEN.

VP	N. MEDIANUS T_u	N. ULNARIS T_u
1	2,49	2,10
2	2,99	3,32
3	3,28	3,27
4	3,09	2,91
5	2,91	3,22
6	2,66	2,65
7	2,84	3,67
8	5,43	4,86
9	4,18	4,81
10	4,03	3,99
11	3,21	3,71
12	3,09	3,14
13	3,42	4,72
14	0,19	3,55
15	3,92	3,01
16	4,52	3,80
17	3,31	3,18
18	2,94	3,23
19	2,79	3,29
20	0,31	0,17

TAB. 5

VERGLEICH DER NLG VON N.MEDIANUS UND
N.ULNARIS:

$$\frac{V_{N.MEDIANUS}}{V_{N.ULNARIS}} \text{ GEMITTELT} = 1,176$$

$$0 = 0,27$$

VP	N.MEDIANUS NLG	$\frac{V_{N.MEDIANUS}}{V_{N.ULNARIS}}$	N.ULNARIS NLG
1	60,78	1,05	57,74
2	58,33	0,9	64,74
3	61,54	1,15	53,57
4	58,89	1,01	58,3
5	66,67	1,14	58,54
6	57,14	1,17	48,54
7	65,38	0,99	65,66
8	94,73	2,04	46,39
9	59,48	1,14	52,00
10	80,00	1,42	56,4
11	50,91	1,15	44,27
12	59,00	1,24	47,66
13	64,00	0,92	69,01
14	31,62	0,64	49,14
15	81,08	1,22	66,22
16	88,57	1,54	57,2
17	65,21	1,18	55,21
18	103,12	1,25	82,61
19	66,96	1,14	58,52
20	39,53	1,23	32,16

TAB.6

VERGLEICH DER DISTALE LATENZZEITEN VON
N.MEDIANUS UND N.ULNARIS

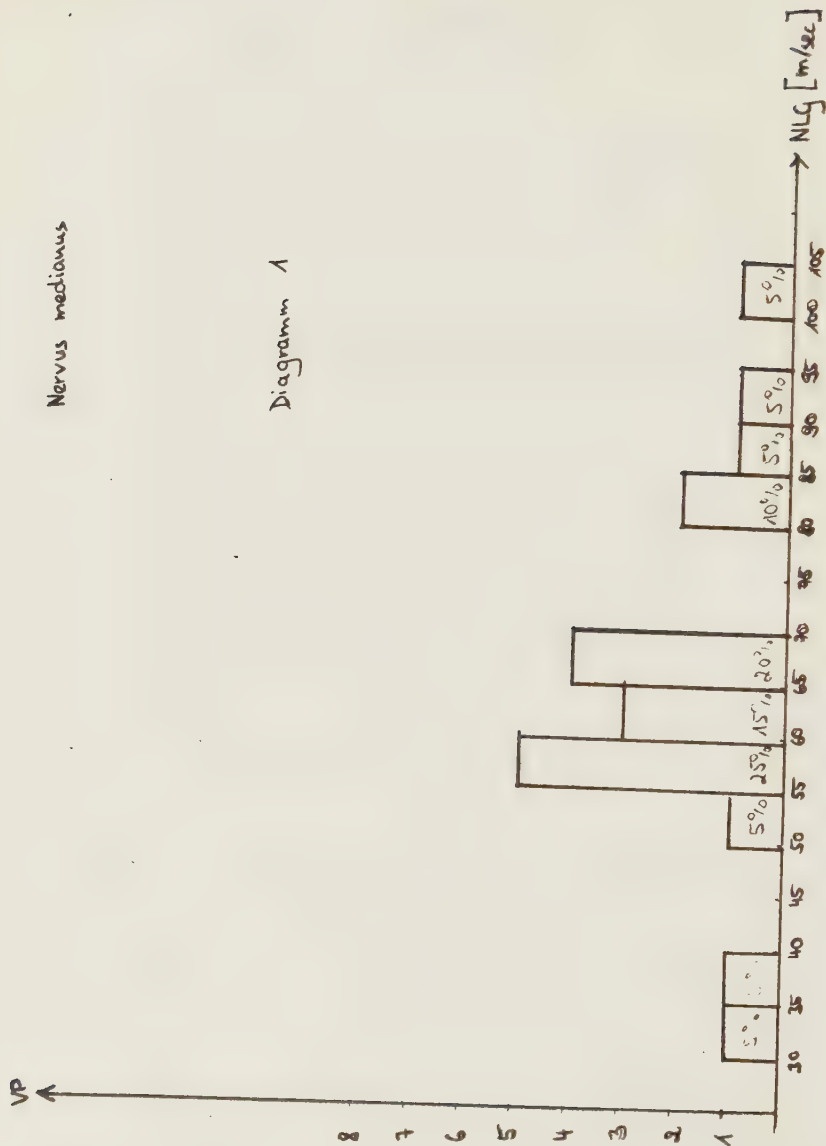
$$\frac{dLN.MEDIANUS}{dLN.ULNARIS} = 0,92$$

$$0 = 0,05$$

VP	dL NERVUS MEDIANUS	$\frac{dLN.MED.}{dLN.ULN.}$	dL NERVUS ULNARIS
1	2,6	1,13	2,3
2	3,1	0,88	3,5
3	3,4	0,97	3,5
4	3,2	1,03	3,1
5	3,0	0,88	3,4
6	2,8	1,00	2,8
7	3,8	0,78	3,8
8	5,5	1,07	5,1
9	4,3	0,84	5,1
10	4,2	1,02	4,1
11	3,4	0,87	3,9
12	3,2	0,94	3,4
13	3,5	0,71	4,9
14	0,4	0,11	3,8
15	4,0	1,25	3,2
16	4,6	1,15	4,0
17	3,6	1,06	3,4
18	3,0	0,88	3,4
19	2,9	0,82	3,5
20	0,5	1,00	0,5

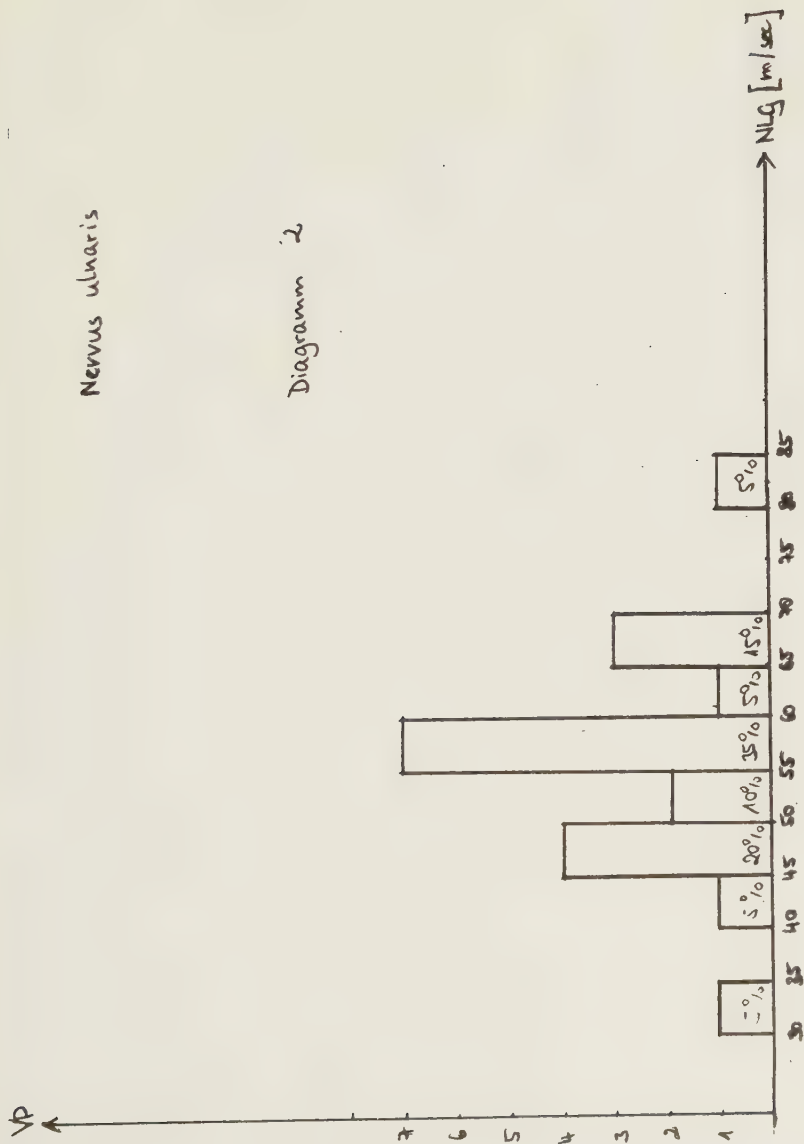
Nervus medianus

Diagramm 1



Nervus ulnaris

Diagramm 2



NLG [m/sec]

Nervus medianus
Auftragung sämtl. Einzelwerte

Diagramm 3



NUG [ml/sec]

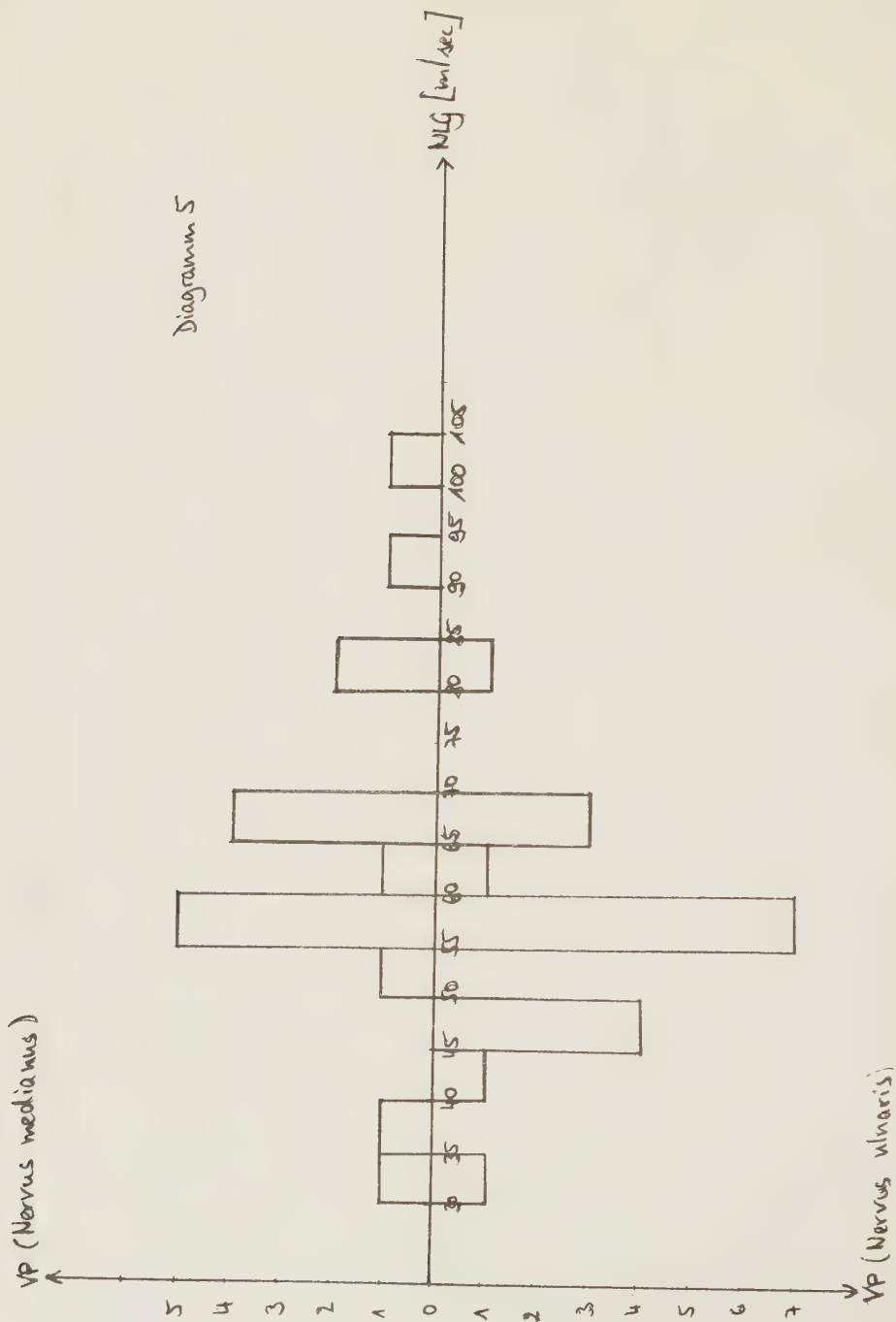
Nervus ulnaris

Auftragung sämtl. Einzelwerte

Diagramm 4



Diagram 5



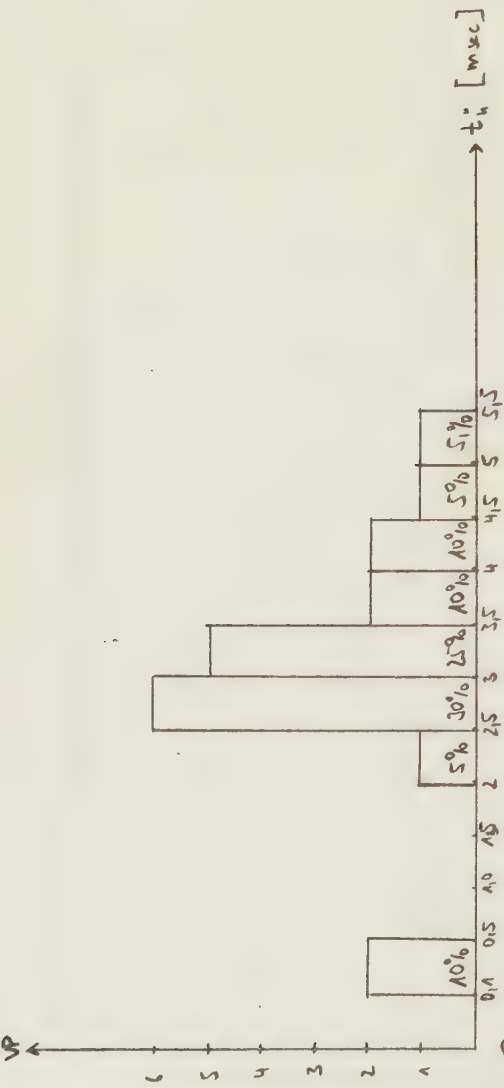
Nm/Nu.

Diagramm 6

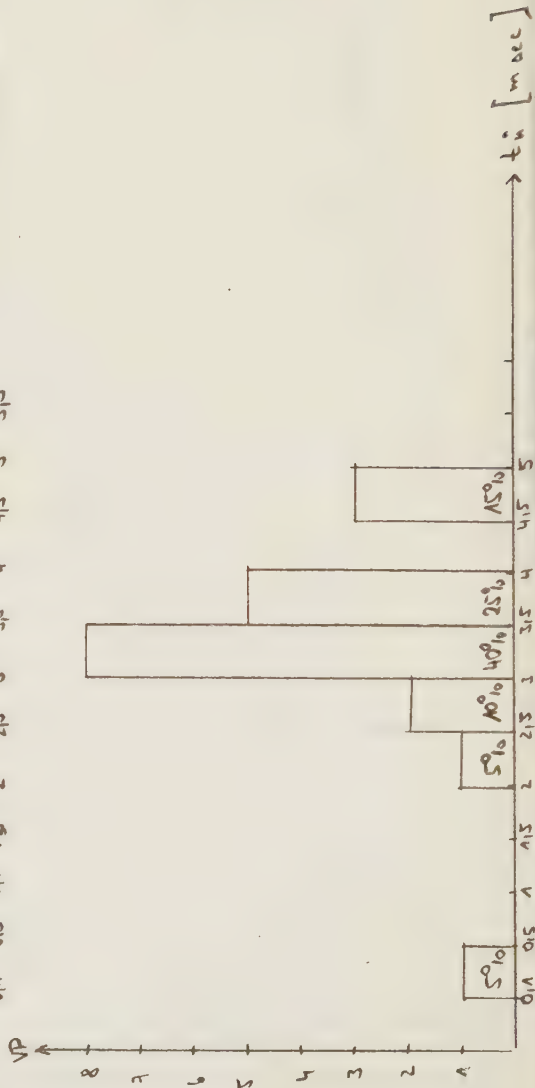


Nervus medianus

Diagram 7



Nervus ulnaris



Laudatio

An dieser Stelle möchte ich mich besonders bedanken bei:

- Herrn Prof. SCHRADER und
- Herrn Dr. ROSS für die Stellung des
Themas sowie Betreuung und Unterstützung
während der Arbeit.
- meinen Freunden und Bekannten, die sich
als Versuchspersonen zur Verfügung ge-
stellt haben.
- bei Frau S. Heilig für die Hilfe bei der
schriftlichen Anfertigung der Arbeit.

Lebenslauf

Meine Heimatstadt ist Eichstätt. Dort wurde ich am 27.4.56 als die Tochter des Hauptobservators Dr. Oswald Menzl und seiner Ehefrau Anny, geborene Heckel, verwitwete Brandl, als viertes von vier Kindern geboren. Wie meine Eltern und Geschwister bekenne auch ich mich zum katholischen Glauben.

Von 1962 bis zur Übersiedelung meiner Eltern nach Fürstenfeldbruck 1964 besuchte ich die katholische Mädchenschule St. Walburg in Eichstätt. Anschließend ging ich in die Volksschule in Fürstenfeldbruck bis 1966. Im gleichen Jahr trat ich in das humanistische Karlgymnasium in München-Pasing ein. Dort legte ich 1975 das Abitur ab.

Es ist noch anzufügen, daß 1969 mein Vater starb.

Im Wintersemester 1975/76 immatrikulierte ich mich an der Ludwig-Maximilians-Universität München in Medizin. Im August 1977 bestand ich das Physikum, im Jahr darauf den 1. Teil der Ärztlichen Prüfung, weitere zwei Jahre später den 2. Teil der Ärztlichen Prüfung. Nach Absolvierung des Praktischen Jahrs im Westkrankenhaus Augsburg, in der Neurochirurgischen Klinik in Großhadern, in der Chirurgischen Klinik und in der 2. Frauenklinik der Universität ebenfalls in Großhadern beendete ich im Herbst 1981 das Studium mit dem Bestehen des 3. Abschnitts der Ärztlichen Prüfung.

Fürstenfeldbruck, den 27. 11.1981

Astrid Menzl

